第12卷 第3期 昆虫学报 Vol. XII, No. 3
1963年7月 ACTA ENTOMOLOGICA SINICA July, 1963

食虫虻消化系統的研究

孙少軒
（山东农学院）

摘要 1.描述了食虫虻 *Neoitamus angusticornis* Loew. 消化系統及附属构造的解剖与組織学。
2.中腸的分泌形式基本上为局泌性。
3.一对唾腺开口于舌，另有一对下唇內腺位于下唇內部，作用不明，但由其位置及原生質嗜碱性类似某些昆虫唾腺中的粘液腺，可能在刺螫时有潤滑口針的作用。

食虫虻的成虫在自然界捕食各种昆虫，对农业有一定益处，不过在养蜂地区则成为蜜蜂的一种敌害。

过去对于食虫虻的解剖研究不多，仅有 Whitfield (1925) 研究其口器构造，兼及消化管的前部，Owsley (1946) 对食虫虻科的內脏作了比較研究，消化系統与两性生殖系統描述尤为詳細。

一、材料与方法

所观察的种类为 *Neoitamus angusticornis* Loew.。成虫采自野外，大半立即在生理盐水中解剖，少数个体經过一昼夜飢餓然后解剖，以观察其中腸上皮在分泌期与靜止期的不同情况。用 Bouin 酒精液与 Carnoy 液固定，結果都很好。石蜡包埋，切片厚6微米。用 Heidenhain 鉄苏木精染色，或单染，或以曙紅复染。

二、消化系統的解剖

食虫虻的消化管（图版I, 1）为一条弯曲的长管，其长度为体长的一倍余，乳白色半透明。食道甚細，自头內咽的后方开始，直貫胸部，至胸部与腹部交界处为止。此种食虫虻的前腸仅分咽与食道两部分，无大半双翅目虫类所具的嗉囊（一称貯食囊），因此是双翅目消化管中比較原始的类型。

中腸自食道后方开始，为消化管中最长的部分，其长度約占消化管全长的五分之四左右。中腸按其外观与內部組織可分为三部分。中腸前部为細短的管，其直径仅比食道稍粗，但在最前端两側各有一个球形的膨大，是为胃盲囊。中腸中部是消化管最粗的部分，膨大成长形囊状，自腹部第二节开始一直伸达第七八节交界处，在中央有一稍收縮处，将它又分为前后二部分，前半部分最粗，后半部分較細，且逐漸向后收細。飢餓时，中腸中部并不收縮变形，而在其中充滿許多大气泡。中腸后部为細长的管，直径比中腸前部略粗，自腹部第八节处开始，向后行，不久即向腹面右方弯轉，然后折向前行，伸达腹部第三节处，弯向左方，又折向后行，至腹部第七八节交界处与后腸相連，其后段的直径稍粗，但在

（本文于1963年1月2日收到）。

外形与組織上与前段并无区别。

后腸分为三部分。小腸为一条細管，在腹部后端数度弯曲，其直径較中腸后部的后段稍細，馬氏管卽开口于其最前端。小腸的后方膨大成直腸囊，这部分在外表有四个比較暗色的斑，排列成一直行，內部为四个直腸垫。直腸囊的大小視其充滿程度而稍有变化。直腸囊的后方又收細成直腸，稍有弯曲，开口于肛門。

馬氏管計有四条，分别开口于小腸的最前端，十分細长弯曲，自其开口处向前行，至胸腹部交界处折回，向后伸达腹部后端，末端游离。馬氏管除基部一二毫米不含色素而呈白色外，其余部分的細胞內部都含有色素，因此呈紫黑色，与其他內脏的区别十分明显。这种色泽虽經固定与酒精內长期保存亦不褪去。

唾腺一对，长管状而弯曲，位于頸部及前胸內，唾管細，前方汇合成总唾管，貫穿舌內而开口于其端部。

此外在下唇內还有一对小形的腺体，称为下唇內腺，位于下唇內部后方，互相紧貼，自下唇基部开始（有时稍超出下唇而有一小部分位于頸內），向前伸达下唇鞘（theca）的端部附近，收細成甚細的輸管，开口于下唇唇瓣的端部。

三、消化系統的組織学

（一）前腸

食道　食道（图版 I，2）的横切面作圓形或橢圓形，壁薄，腔大。食道壁自內而外由下列諸层組成：最內面为頗厚的內膜，在切片中染作灰棕色至黑棕色，可分为二层，內层較薄，且作螺旋状加厚，似气管的螺旋带一般，色泽也較深；外层較厚，質地均匀，色泽較浅。內膜外方为上皮层，上皮細胞扁而长，界限不清，原生質均匀，核扁圓形，頗为萎縮，染色深。上皮层的基部紧貼一层极薄的底膜，一般不易区分，仅在上皮与底膜脫离处方可見到。底膜之外为肌层，食虫虻的食道只有一薄层环肌，由一二列横紋肌纖維构成，无縱肌。最外为无构造的围膜。

賁門瓣　食道末端的上皮伸入中腸內，形成賁門瓣（图版I，3），此处有二层上皮，內层上皮与食道上皮相連，游离緣具有薄而染色深的內膜。在通过賁門瓣的縱切面中可以見到，食道末端的上皮細胞逐漸加厚，由扁平而成立方形，核成圓形，中位，內含一染色質团与若干染色質顆粒，原生質嗜碱性，均匀細粒状；同时其內膜亦逐漸減薄，失去螺旋状的加厚。賁門瓣外层的上皮属中腸，形成許多环状褶起，因此在縱切面中上皮細胞呈波状排列，而在斜切面中每作二三层細胞重迭状。此处的上皮細胞与中腸其他部分者稍有不同，細胞作低圓柱形。原生質嗜酸性，均匀，或基部呈細粒状，核橢圓形，較小，中位，內含一个染色質团；游离緣具刷状边。在具有围食膜的双翅目成虫中，其围食膜由賁門瓣外层的上皮細胞所分泌（Wigglesworth，1929），但食虫虻无围食膜，此层細胞从未見其呈分泌状态，內部亦从未发見含有空胞或任何分泌顆粒。賁門瓣內外二层上皮之間空隙頗大，內有許多微气管与方向不一的斜肌纖維，此卽賁門瓣的刮約肌，并非前腸环肌的延續，在切片中可見食道的环肌至賁門瓣后方突然中止，代之以中腸的縱肌与环肌，未見其肌纖維伸入瓣內。

从切片中看来，此种食虫虻的賁門瓣不算发达，瓣陷入中腸不深，內部的刮約肌纖維

亦少，瓣不能完全閉合，因此中腸的消化液可以自由流入前腸。活动捕食的成虫消化管制片中，前腸与中腸腸腔內的消化液，質地与染色反应完全一样。

（二）中腸

食虫虻的中腸在外形上可以明显区分为三部分（胃盲囊除外），其組織构造亦稍有差异，但三部分的上皮細胞的形态都相同，不像丽蝇 *Lucilia*（Hobson, 1931）或舌蝇 *Glossina*（Wigglesworth, 1929）那样互有区别。

中腸前部 中腸前部（图版 I, 4）为中腸最細短的部分，自賁門瓣处开始，其上皮与賁門瓣外层的上皮相連續，但无褶起。上皮細胞成为狹长圓柱形，核橢圓形，中位，染色質顆粒粗，頗为密集，內有一或二个較大的染色質团着色特别深，原生質嗜酸性，在靜止或吸收期呈均匀細粒状，游离緣具刷状边。上皮細胞基部有小形細胞散在，是为再生細胞。底膜十分明显，为一层无构造的薄膜。中腸的肌层分为二层：內层环肌十分发达，外层縱肌則分散，不結合成完整的一层。围膜外附有許多微气管与脂肪細胞。

中腸前部的最前端向两側突出形成两个大体呈球形的胃盲囊，其組織构造与中腸前部完全相同，上皮亦无褶起，但肌层稍厚。

中腸中部 中腸中部的組織构造与中腸前部基本相同，但其上皮形成許多环状褶起，凸入腔內甚高（图版 I, 5），因此腸腔頗为狹小，横切面呈星芒状。上皮褶起的基部有环肌伸入，縱肌則包在整个腸外，甚薄。

中腸后部 中腸后部的构造与中腸前部同，亦无环状褶起，有时偶見有一二个甚低的縱褶。此部分的上皮細胞較低而較寬。

中腸上皮細胞的形态，在分泌期与吸收或靜止期有显著的不同。食虫虻經一昼夜飢餓后，中腸腔內完全沒有食物，中腸中部的腔內充滿气泡，此时各部分的上皮細胞都处于靜止期（图版 I, 4、5），細胞較低，核中位，染色質頗多，因此着色較深，原生質均匀細粒状，嗜酸性較強，游离緣具纤毛状的刷状边。活动取食中的成虫，中腸內充滿食物与消化液，上皮細胞大半处于分泌期（图版 I, 6），細胞延伸甚长，頂端凸出成圓球状，逐漸脫落而入腸腔。核的位置較靜止期稍高，有个别的核位于細胞頂端附近，甚至有随原生質块一同脫落者。核內染色質減少，作网状結构及二三个深色的顆粒，因此染色較靜止期稍浅。原生質亦起变化，細胞基部的原生質嗜酸性減弱，呈纤維状結构，而細胞端部的原生質內充滿各种大小不一的空胞，以及若干嗜碱性的球形小粒；基部虽偶有空胞出現，但无嗜碱性小粒。細胞端部的原生質落入腸腔后，暫时仍保持其原来的結构，不久即破裂，內含物乃与食物相混和。

由上述情况看来，食虫虻中腸上皮的分泌方式，基本上属于局泌性，仅有少数細胞行全泌性分泌。在切片中偶可見到甚低、无核、原生質呈疏松网状的細胞，即是經过全泌后退化中的細胞。

（三）后腸

一般昆虫中腸末端上皮伸入后腸形成幽門瓣，不过所观察的食虫虻內，幽門瓣甚不发达，仅为中腸上皮与后腸上皮的交替而已，中腸长圓柱形上皮細胞至此突然中止，紧貼一层立方形的小腸上皮細胞，具虽薄而明显的內膜，此处即相当于幽門瓣，但其高度甚至不及中腸上皮的高度，因此无閉合腸腔的作用，其基部亦无刮約肌，故称之为幽門，而不称

瓣(图版 I, 7)。

后腸本身分为三部分，其組織构造基本上与前腸相同，但各层組織都比較发达。

小腸　小腸(图版 II, 8)为后腸的最前部分，其上皮向內褶起頗深，因此在横切面中其腸腔呈星芒状，十分狹小。內膜薄，无螺旋状加厚。上皮細胞立方形，核圓形，較小，中位，內含密集的染色質顆粒，原生質微嗜碱性，均匀細粒状，不含空胞。底膜之外为薄层环肌，只有一二层肌纖維，不見縱肌。

直腸囊　小腸后方为膨大的直腸囊，內生四个乳头状的突起称为直腸垫，有人称之为直腸腺，但其分泌作用始終不能証实，故宜称之为直腸垫。直腸囊本身的上皮极薄，內膜亦薄，特别是当直腸囊充满排泄物而膨大时，上皮成为极为扁薄的一层，上皮細胞几不可見，仅有椭圓形染色深的細胞核凸出于腸腔。底膜外方为极薄的环肌层，不見縱肌。

四个直腸垫排列成一直行，各为一基部粗端部細尖的乳头状物，向后突出于腸腔中。直腸垫由許多大形細胞构成，与直腸囊本身的上皮細胞交替十分明显(图版 II, 9)。垫的基部向內褶起，其間有許多微气管伸入，但无肌纖維。大形細胞的游离緣亦具內膜，且較直腸囊其他部分的內膜厚。在横切面中(图版 II, 10)細胞作短圓柱形，位于褶起頂端者带三角形，核大，中位或稍偏向基部，染色質呈网状結构，原生質均匀細粒状，強嗜酸性，与后腸其他部分的上皮細胞不同，因此在切片中区别十分明显。

直腸　直腸囊的后方又收細成管状的直腸，其組織构造与直腸囊同，上皮多小皺褶，但无直腸垫。不論充满与否，直腸的直径无变化。

(四) 馬氏管

馬氏管(图版 II, 11)由一层上皮与底膜組成，无肌纖維，底膜外有許多微气管。上皮細胞长扁形，界限不清，每个横切面中至多只可見到两个細胞核。游离緣具刷状边，核稍带长圓形，染色質少，原生質均匀，嗜酸性不強。除基部一二毫米不含色素外，其余部分的上皮細胞內均含有黃褐色至赤褐色大小不一的球形色素粒。色素粒在細胞內的分布不均匀，近游离緣处較多。

(五) 唾腺

唾腺(图版 II, 12)由一层腺細胞与底膜而成，中央为大形的腔。腺細胞狹长圓柱形，游离緣带圓形，核短椭圓形，中位，內含一深色的染色質团，原生質細粒状，端部尤密，嗜碱性強，染色頗深。唾腺的分泌方式为局泌性，分泌时核以上的原生質成块脫落，因此核似呈端位，內部的染色質減少，着色乃較浅。

唾管(图版 II, 13)的內膜頗厚，內层呈黑色，向外漸成黃褐色，表面有黑色螺旋状的加厚，与食道的內膜相似。上皮細胞极为退化，几不可見，核亦十分萎縮，底膜之外无肌纖維。

总唾管的构造与唾管同，腔較大。

(六) 下唇內腺

下唇內腺(图版 II, 14)亦由一层大形的腺細胞与底膜构成，腔甚細小。腺細胞呈三角錐形，核基位，椭圓形，染色質集中于核的中央与核膜附近，原生質均匀細粒状，嗜碱性頗強，內含許多大小不一的空胞，仅細胞基部 1/4—1/5 处空胞較少。

輸管(图版 II, 15)甚細，內膜頗厚，內层黑褐色，向外漸成黃褐色，表面亦有黑色的螺

旋状加厚。上皮甚薄，細胞界限不清，横切面中可見一或二个核，向腔內凸出，底膜不明显。

四、討 論

食虫虻的消化管在双翅目中构造比較原始，首先其长度与体长的比例远較高等蝇类为小；此外大半双翅目虫类食道有一分枝，成为膨大的嗉囊（一称貯食囊），这一构造在食虫虻科甚不一致。据 Owsley（1946）的研究，氏所观察的 Asilinae 亚科所属四种中，*Erax rufibarbis, Promachus bastardi, Proctacanthus milberti* 均有嗉囊，而 *Asilus notatus* 則无。作者所观察的 *Neoitamus angusticornis* 与 *Asilus notatus* 相似。Owsley 又謂食虫虻嗉囊的有无与賁門瓣（氏称为食道瓣）的发达程度有关，无嗉囊者食道瓣亦不发达，*Neoitamus angusticornis* 中所見情况亦如此。

食虫虻中腸上皮的分泌形式，Owsley（1946）称之为全泌性，但根据氏之描述，則全泌性与局泌性都有存在。在 *Neoitamus angusticornis* 中所見，大部分上皮細胞都行局泌，即其脫落的原生質块內不含細胞核，上皮細胞經此种分泌后仍可再生其脫落的部分，并不退化；仅有少数上皮細胞（可能是已行多次局泌而衰老者）行全泌，核随同原生質一起排出，細胞乃退化。因此作者認为食虫虻中腸上皮的分泌形式，基本上为局泌性。

食虫虻头部的两对腺体，各家命名不一。較大的一对开口于舌，Cholodkovsky（参見 Owsley, 1946）称之为上顎腺，Whitfield（1925）称之为胸部唾腺，認为可能分泌毒液，Owsley（1946）称之为胸腺。由于其胚胎起源与分泌物的性質尚不明，称为上顎腺固无理由，称为胸腺亦易被誤認作开口于胸部的腺体；故不如称之为唾腺，因其开口于舌，与一般昆虫的唾腺相当。

至于較小的一对，Whitfield（1925）称之为下唇腺，認为乃眞正的唾腺，Owsley（1946）从之。此腺完全位于下唇內部，开口于下唇端部，而食虫虻的下唇并不参与刺螫或吸食，此腺的分泌物不可能达到寄主体內，其作为唾腺或毒腺的作用实可怀疑。下唇腺这一名称也不够确切，一般均認为开口于舌的一对唾腺为下唇腺（Snodgrass, 1935），食虫虻已有一对唾腺开口于舌，此对自不能再称为下唇腺，故宜称之为下唇內腺（Glandula intralabialis）。此腺分泌物的性質目前尚完全不明，但就其組織构造看来，腺細胞的原生質嗜碱性強，类似某些昆虫唾腺中的粘液腺，如果其分泌物为一种粘液，則在刺螫时可能具有潤滑口針的作用。

参 考 文 献

Hobson, R. P. 1931, Studies on the nutrition of blow-fly larvae. I. Structure and function of the alimentary tract. *Jour. exp. Biol.*, 8:109—23.

Owsley, W. B. 1946, The comparative morphology of internal structures of the Asilidae (Diptera). *Ann. Ent. Soc. Amer.*, 39:33—68.

Snodgrass, R. E. 1935, Principles of Insect Morphology. N. Y., McGraw-Hill.

Whitfield, F. G. S. 1925, The relation between the feeding habits and the structure of the mouth-parts in the Asilidae (Diptera). *Proc. Zool. Soc. Lond.*, 1925:599—638.

Wigglesworth, V. B. 1929. Digestion in the tsetse fly, A study of structure and function. *Parasitol.*, 21:288—321.

STUDY ON THE DIGESTIVE SYSTEM OF *NEOITAMUS ANGUSTICORNIS* LOEW.

SUN SAO-SHEN
(*College of Agriculture, Shantung*)

1. The anatomy and histology of the alimentary canal and its accessory structures of *Neoitamus angusticornis* Loew. were described.

2. The principal mode of secretion in the midgut epithelium is merocrine.

3. A pair of salivary glands open into the hypopharynx. There is another pair of glands, the glandula intralabialis, situated inside the labium, the function of which is still unknown. Its histological situation and basophilia of its cytoplasm suggested that it may secrete a mucous secretion to serve as the lubricating substance used for piercing.

图 版 說 明

图版 I

图 1 消化系統全形

图 2 食道横切面的一部分 ×600

图 3 賁門瓣的縱切面 ×400

图 4 中腸前部横切面的一部分,上皮細胞在靜止期 ×150

图 5 中腸中部横切面的一部分,上皮細胞在靜止期 ×150

图 6 中腸中部縱切面的一部分,上皮細胞在分泌期 ×600

图 7 中腸与后腸交界处的縱切面 ×250

图版 II

图 8 小腸横切面的一部分 ×600

图 9 直腸囊縱切面的一部分,示直腸垫 ×400

图 10 直腸囊横切面的一部分,示直腸垫 ×150

图 11 馬氏管的横切面 ×600

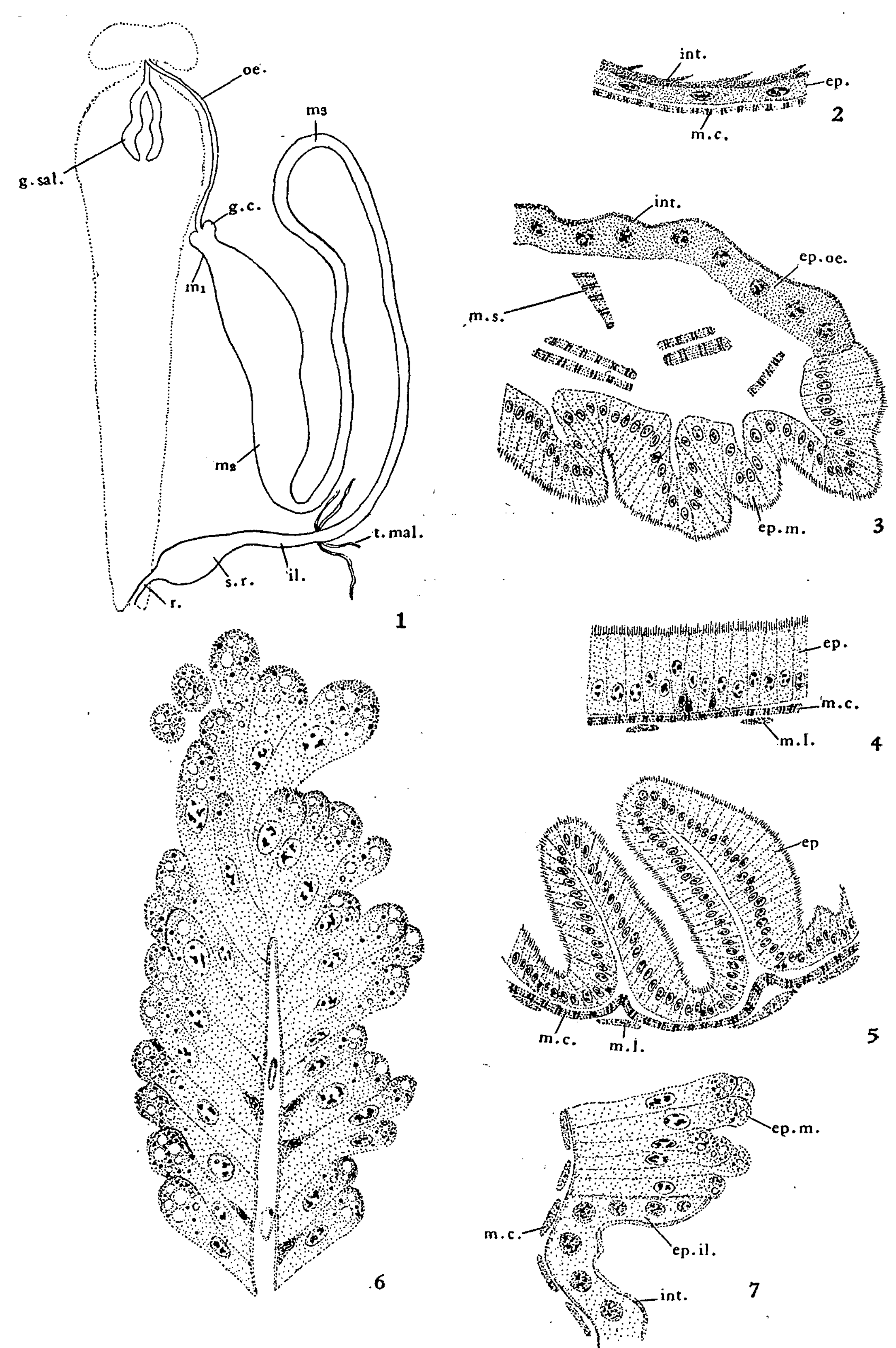
图 12 唾腺的横切面 ×600

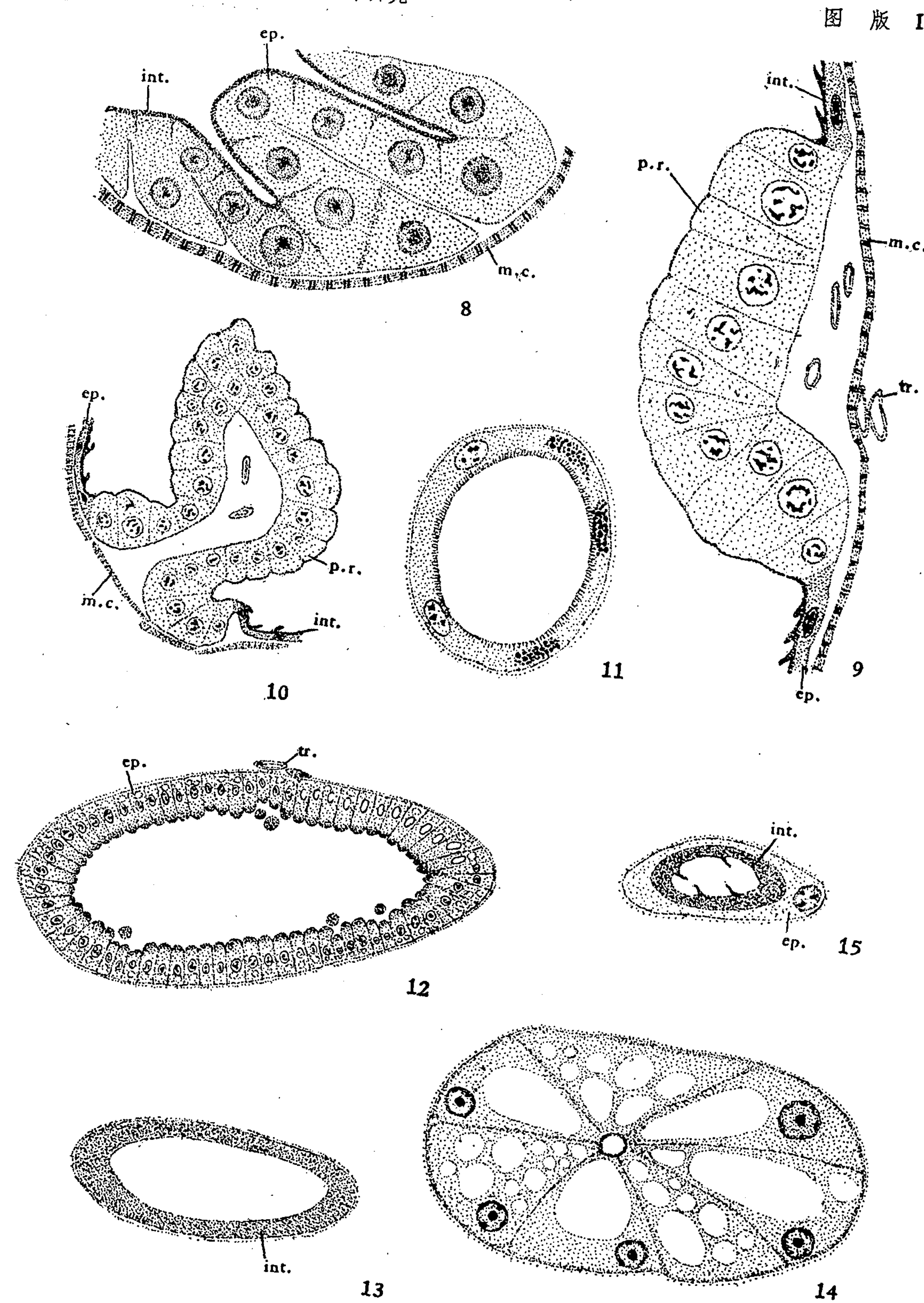
图 13 唾管的横切面 ×600

图 14 下唇內腺的横切面 ×600

图 15 下唇內腺輸管的横切面 ×600

ep. 上皮	m_3 中腸后部
ep. il. 小腸上皮	m. c. 环肌
ep. m. 中腸上皮	m. l. 縱肌
ep. oe. 食道上皮	m. s. 刮約肌(賁門瓣)
g. c. 胃盲囊	oe. 食道
g. sal. 唾腺	p. r. 直腸垫
il. 小腸	r. 直腸
int. 內膜	s. r. 直腸囊
m_1 中腸前部	t. mal. 馬氏管
m_2 中腸中部	tr. 微气管


oe.
g.sal.
m3
g.c.
m1
m2
t.mal.
s.r.
il.
r.
1
int.
ep.
m.c.
2
int.
ep.oe.
m.s.
ep.m.
3
ep.
m.c.
m.l.
4
ep
m.c.
m.l.
5
6
ep.m.
m.c.
ep.il.
int.
7


ep.
int.
m.c.
8
int.
p.r.
m.c.
tr.
ep.
9
ep.
p.r.
m.c.
int.
10
11
ep.
tr.
12
int.
ep.
15
int.
13
14